# บทที่ 2
# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 การพยากรณ์อากาศ

หมายถึง การคาดหมายสภาพลมฟ้าอากาศในอนาคต การที่จะพยากรณ์อากาศได้ต้องมีองค์ประกอบ 3 ประการ ประการแรกคือความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์และกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ ประการที่ สองคือสภาวะอากาศปัจจุบัน และประการสุดท้ายคือความสามารถที่จะผสมผสานองค์ประกอบทั้งสองข้างต้น เข้าด้วยกันเพื่อคาดหมายการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

ความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์และกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ ได้มาจากเฝ้าสังเกตและบันทึกไว้ มนุษย์ได้มีการสังเกตลมฟ้าอากาศมานานแล้ว เพราะมนุษย์อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมฟ้าอากาศโดยไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ จึงมีความจำเป็นที่ต้องทราบลักษณะลมฟ้าอากาศที่เป็นประโยชน์และลักษณะอากาศที่เป็นภัย การสังเกตทำให้สามารถอธิบายถึงสาเหตุของการเกิดลักษณะอากาศแบบต่าง ๆ ได้ อย่างไรก็ตามความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลมฟ้าอากาศนั้นยังมีอยู่น้อยมาก เมื่อเทียบกับปรากฏการณ์ของบรรยากาศที่มนุษย์ยังไม่มีความเข้าใจอย่างเพียงพอ ทั้งนี้เพราะอุตุนิยมวิทยาซึ่งเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับบรรยากาศและปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องนั้น มีการพัฒนาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาได้ไม่นานนัก และสภาวะอากาศปัจจุบันที่ต้องใช้เป็นข้อมูลเริ่มต้นสำหรับการพยากรณ์อากาศนั้น ได้มาจากการตรวจอากาศ ซึ่งมีทั้งการตรวจอากาศผิวพื้น การตรวจอากาศชั้นบนในระดับความสูงต่างๆ สิ่งสำคัญที่ต้องทำการตรวจเพื่อพยากรณ์อากาศได้แก่ อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น ลม เมฆ และฝน การที่จะพยากรณ์อากาศในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ต้องใช้ข้อมูลผลการตรวจอากาศในบริเวณนั้นร่วมกับผลการตรวจอากาศจากบริเวณที่อยู่โดยรอบด้วย เพราะปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในบรรยากาศมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา สิ่งที่เกิดขึ้นนอกจากพื้นที่การพยากรณ์อาจเคลื่อนตัวมามีผลต่อสภาพอากาศในบริเวณที่จะพยากรณ์ได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลผลการตรวจอากาศระหว่างประเทศ เพื่อให้ได้ข้อมูลเพียงพอสำหรับการพยากรณ์อากาศ นอกเหนือจากการตรวจอากาศผิวพื้นทั้งบนพื้นดิน พื้นน้ำ และการตรวจอากาศชั้นบนแล้ว ปัจจุบันการตรวจอากาศที่ช่วยให้การพยากรณ์แม่นยำยิ่งขึ้นคือ การตรวจอากาศด้วยเรดาร์และดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา เมื่อมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวของลมฟ้าอากาศและมีข้อมูลผลการตรวจอากาศแล้ว สิ่งที่ต้องทำเพื่อให้สามารถพยากรณ์อากาศได้ คือการวิเคราะห์ข้อมูลผลการตรวจอากาศเพื่อให้ทราบลักษณะอากาศปัจจุบัน และการคาดหมายการเปลี่ยนแปลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**2.1.1 ขั้นตอนในการพยากรณ์อากาศ**

ขั้นตอนที่สำคัญสามขั้นตอนในการพยากรณ์อากาศได้แก่ การตรวจอากาศเพื่อให้ทราบสภาวะอากาศปัจจุบัน การสื่อสารเพื่อรวบรวมข้อมูลผลการตรวจอากาศ และการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการคาดหมาย ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น สามารถแบ่งขั้นตอนออกไปได้อีกคือ ขั้นตอนแรกเป็นการบันทึกผลการตรวจอากาศที่ได้รับทั้งหมด ทั้งจากในประเทศและจากต่างประเทศ ลงบนแผนที่หรือแผนภูมิทางอุตุนิยมวิทยาชนิดต่าง ๆ เช่น แผนที่อากาศผิวพื้น แผนที่อากาศชั้นบน แผนภูมิการหยั่งอากาศ ด้วยสัญลักษณ์มาตรฐานทางอุตุนิยมวิทยา ขั้นตอนที่สองคือการวิเคราะห์ผลการตรวจอากาศที่ได้จากขั้นตอนแรก โดยการลากเส้นแสดงค่าองค์ประกอบทางอุตุนิยามวิทยา เช่น เส้นความกดอากาศเท่าที่ระดับน้ำทะเลเฉลี่ยเพื่อแสดงตำแหน่ง และความรุนแรงของระบบลมฟ้าอากาศเส้นทิศทางและความเร็วลมในระดับความสูงต่าง ๆ เพื่อแสดงลักษณะอากาศในระดับบน และเส้นแสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามความสูงเพื่อแสดงเสถียรภาพของบรรยากาศ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเกิดเมฆและฝน ขั้นตอนที่สามคือการคาดหมายการเปลี่ยนแปลงและการเคลื่อนที่ของตัวระบบลมฟ้าอากาศที่วิเคราะห์ได้ในขั้นตอนที่สอง โดยใช้วิธีการพยากรณ์อากาศแบบต่างๆ ขั้นตอนที่สี่คือการออกคำพยากรณ์ ณ ช่วงเวลาและบริเวณที่ต้องการ โดยพิจารณาจากตำแหน่งและความรุนแรงของระบบลมฟ้าอากาศที่ได้ดำเนินการไว้แล้วในขั้นตอนที่สาม ส่วนขั้นตอนสุดท้ายคือการส่งคำพยากรณ์อากาศไปยังสื่อมวลชนเพื่อเผยแพร่ต่อไปสู่ประชาชน และส่งไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อดำเนินการต่อไป ตามความเหมาะสม เช่นการป้องกันและบรรเทาภัยพิบัติ

**2.1.2 ระยะเวลาของการพยากรณ์อากาศ**

การพยากรณ์อากาศอาจเป็นการคาดหมายสำหรับช่วงเวลาไม่กี่ชั่วโมงข้างหน้าจนถึงการคาดหมายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอีกหลายปีจากปัจจุบัน สามารถแบ่งชนิดของการพยากรณ์อากาศตามระยะเวลาที่คาดหมายได้ดังนี้

1) การพยากรณ์ปัจจุบัน (nowcast) หมายถึงการรายงานสภาวะอากาศที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน และการคาดหมายสภาพลมอากาศสำหรับช่วงเวลาไม่เกิน 2 ชั่วโมง

2) การพยากรณ์ระยะสั้นมาก คือการพยากรณ์สำหรับช่วงเวลาไม่เกิน 12 ชั่วโมง

3) การพยากรณ์ระยะสั้น หมายถึง การพยากรณ์สำหรับระยะเวลาเกินกว่า 12

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4) การพยากรณ์อากาศระยะปานกลาง คือ การพยากรณ์สำหรับช่วงเวลาที่เกินกว่า 3 วันขึ้นไปจนถึง 10 วัน

5) การพยากรณ์ระยะยาว คือการพยากรณ์สำหรับช่วงเวลาระหว่าง 10 ถึง 30 วัน โดยปกติมักเป็นการพยากรณ์ว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาในช่วงเวลานั้น จะแตกต่างไปจากค่าเฉลี่ยทางภูมิอากาศอย่างไร

6) การพยากรณ์ระยะนาน คือการพยากรณ์ตั้งแต่ 30 วัน จนถึง 2 ปี ซึ่งยังแบ่งย่อยออกเป็น 3 ชนิด คือ

- การคาดหมายรายเดือน คือการคาดหมายว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยา ในช่วงนั้น จะเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยทางภูมิอากาศอย่างไร
- การคาดหมายรายสามเดือน คือการคาดหมายค่าว่าเฉลี่ยของตัวแปรทางอุตุนิยม วิทยาในช่วงนั้น จะเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยทางภูมิอากาศอย่างไร
- การคาดหมายรายฤดู คือการพยากรณ์ค่าเฉลี่ยของฤดูนั้นว่าจะแตกต่างไปจากค่าเฉลี่ยทางภูมิอากาศอย่างไร

7) การพยากรณ์ภูมิอากาศ คือการพยากรณ์สำหรับช่วงเวลามากกว่า 2 ปีขึ้นไป โดยแบ่งเป็น

- การพยากรณ์การผันแปรของภูมิอากาศ คือการพยากรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการผันแปรไปจากค่าปกติเป็นรายปีจนถึงหลายสิบปี
- การพยากรณ์ภูมิอากาศคือการพยากรณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตโดยพิจารณาทั้ง สาเหตุจากธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์

(กรมอุตุนิยมวิทยา, [ระบบออนไลน์])

**2.1.3 วิธีการพยากรณ์อากาศ**

วิธีแนวโน้ม เป็นการพยากรณ์อากาศโดยใช้ทิศทางและความเร็วในการเคลื่อนที่ของระบบลมฟ้าอากาศที่กำลังเกิดขึ้น เพื่อคาดหมายว่าในอนาคตระบบดังกล่าวจะเคลื่อนที่ไปอยู่ ณ ตำแหน่งใด วิธีใช้ได้ดีกับระบบลมฟ้าอากาศที่ไม่มีการเปลี่ยนความเร็ว ทิศทาง และความรุนแรง มักใช้วิธีนี้สำหรับการพยากรณ์ฝนในระยะเวลาไม่เกินครึ่งชั่วโมง

การพยากรณ์ด้วยวิธีภูมิอากาศคือการคาดหมายโดยใช้ค่าเฉลี่ยจากสถิติภูมิอากาศหลายๆ ปี วิธีนี้ใช้ได้ดีเมื่อลักษณะของลมฟ้าอากาศมีสภาพใกล้เคียงกับสภาวะปกติของช่วงฤดูกาลนั้น ๆ มักใช้สำหรับการพยากรณ์ระยะนาน การพยากรณ์อากาศด้วยคอมพิวเตอร์เป็นการใช้คอมพิวเตอร์คำนวณการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง กับสภาวะของลมฟ้าอากาศ โดยใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(สุวพันธ์, 2534)

**2.1.4 ความผิดพลาดในการพยากรณ์อากาศ**

แม้ว่าในปัจจุบันการพยากรณ์อากาศจะก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว แต่การพยากรณ์อากาศ ให้ถูกต้องสมบูรณ์โดยไม่มีความผิดพลาดนั้น เป็นสิ่งที่ไม่อาจกระทำได้ สาเหตุสำคัญสามประการของความผิดพลาดในการพยากรณ์อากาศได้แก่ ประการแรก ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางอุตุนิยมวิทยายังไม่สมบูรณ์ ประการที่สอง บรรยากาศเป็นสิ่งที่ต่อเนื่องและมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา แต่สถานีตรวจอากาศมีจำนวนน้อยและอยู่ห่างกันมาก รวมทั้งทำการตรวจเพียงบางเวลาเท่านั้น เช่น ทุก 3 ชั่วโมง ทำให้ไม่อาจทราบสภาวะที่แท้จริงของบรรยากาศได้ เมื่อไม่ทราบสภาวะอากาศที่กำลังเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ จึงเป็นไปไม่ได้ที่จะพยากรณ์อากาศให้มีรายละเอียดครบถ้วนถูกต้อง ประการสุดท้าย ธรรมชาติของกระบวนการที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ มีความละเอียดอ่อนซับซ้อนอย่างยิ่ง ปรากฏการณ์ซึ่งมีขนาดเล็กหรือเกิดขึ้นในระยะสั้น ๆ และไม่อาจตรวจพบได้จากการตรวจอากาศ อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพลมฟ้าอากาศเป็นอย่างมากในระยะเวลาต่อมา ซึ่งจะทำให้ผลการพยากรณ์อากาศผิดพลาดไปได้อย่างมาก สาเหตุประการสุดท้ายนี้เป็นข้อจำกัดอย่างยิ่งในการพยากรณ์อากาศ เพราะเป็นเหตุให้การพยากรณ์อากาศจะมีความถูกต้องลดลงตามระยะเวลา นั่นคือการพยากรณ์สำหรับช่วงเวลาที่สั้นจะมีความถูกต้องมากกว่าการพยากรณ์สำหรับช่วงเวลาที่นานกว่า การพยากรณ์อากาศบริเวณเขตร้อนของโลกเช่น ประเทศไทย จะยากกว่าการพยากรณ์ในเขตอบอุ่นและเขตหนาวเนื่องจากจากเหตุผลหลัก 3 ประการ

**ประการแรก** ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอุตุนิยมวิทยาเขตร้อนยังไม่ก้าวหน้าทัดเทียมกับอุตุนิยมวิทยาในเขตละติจูดสูงเพราะการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับอุตุนิยมวิทยาในเขตร้อนมีน้อยกว่ามาก

**ประการที่สอง** สถานีตรวจอากาศในเขตร้อนมีจำนวนน้อยกว่าในเขตอบอุ่นและเขตหนาวทำให้ผลการตรวจอากาศมีน้อยกว่า

**ประการที่สาม** ลมฟ้าอากาศในบริเวณละติจูดสูงส่วนมากเป็นระบบขนาดใหญ่ซึ่งเกิดจากมวลอากาศที่แตกต่างกันมาพบกัน ทำให้ตรวจพบได้โดยง่าย เช่นฝนที่เกิดจากแนวปะทะอากาศมีความยาวมากกว่า 1,000 กิโลเมตร ในขณะทีระบบลมฟ้าอากาศในเขตร้อนส่วนมากมีขนาด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**2.2 การพยากรณ์อากาศโดยการใช้คอมพิวเตอร์**

การพยากรณ์ปัจจุบัน (nowcast) คือการบรรยายสภาวะลมฟ้าอากาศในปัจจุบัน หรือการคาดหมายลักษณะอากาศสำหรับช่วงเวลาไม่เกิน 2 ชั่วโมง การพยากรณ์ระยะสั้นมาก (very - short-range forecast) คือการคาดหมายลักษณะลมฟ้าอากาศสำหรับช่วงเวลาไม่เกิน 12 ชั่วโมง การพยากรณ์ระยะสั้น (short - range forecast) คือการคาดหมายลักษณะลมฟ้าอากาศ สำหรับช่วงเวลาไม่เกิน 3 วัน การพยากรณ์อากาศระยะปานกลาง (medium - range -forecast) คือการคาดหมายลักษณะลมฟ้าอากาศ สำหรับช่วงเวลา 3 - 10 วัน การพยากรณ์ระยะนาน (long-range - forecast) คือการคาดหมายลักษณะลมฟ้าอากาศ สำหรับช่วงเวลาที่เกินกว่า 10 วัน

การพยากรณ์อากาศอาจแบ่งตามวิธีการที่ใช้เป็นหลักในการคาดหมายลักษณะลมฟ้าอากาศได้ 2 ประเภท ได้แก่ การพยากรณ์เชิงจิตวิสัย (subjective forecast) คือการคาดหมายลักษณะลมฟ้าอากาศ โดยอาศัยวิธีการที่ใช้การตัดสินใจและทักษะของผู้พยากรณ์เป็นสำคัญ การพยากรณ์เชิงวัตถุวิสัย ( objective forecast) คือการคาดหมายลักษณะลมฟ้าอากาศ โดยอาศัยการประยุกต์กฎทางพลศาสตร์ (dynamics) และ / หรือ ทางอุณหพลศาสตร์ (thermodynamics) และ / หรือ ทางสถิติศาสตร์ เป็นหลักสำคัญ ทั้งนี้เพื่อกำจัดส่วนที่ต้องใช้การตัดสินใจของผู้พยากรณ์ออกไป อย่างไรก็ตาม การพยากรณ์อากาศที่ดีที่สุดในปัจจุบัน คือการผสมผสานระหว่างวิธีการทั้งสองดังกล่าว

การพยากรณ์อากาศด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นการพยากรณ์เชิงวัตถุวิสัยชนิดหนึ่ง การพยากรณ์อากาศเชิงตัวเลข (numerical weather prediction-NWP) คือชื่ออย่างเป็นทางการของวิธีการพยากรณ์อากาศด้วยคอมพิวเตอร์เนื่องจากลมฟ้าอากาศอยู่ภายใต้กฎเกณฑ์ทางฟิสิกส์ การเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศจึงสามารถแสดงได้ในรูปของระบบสมการทางคณิตศาสตร์ สมการเหล่านี้ได้คำนึงถึงว่าองค์ประกอบของบรรยากาศ เช่น อุณหภูมิ ความเร็วและทิศทางลม ความชื้น ฯลฯ จะมีการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาวะปัจจุบันอย่างไร หากสามารถแก้สมการเหล่านี้ได้ ย่อมสามารถที่จะแปรความหมายสภาวะของบรรยากาศในลักษณะของ ลมฟ้าอากาศได้ เป็นต้นว่า ฝน อุณหภูมิ แสงแดด ลม

อย่างไรก็ตาม ระบบสมการดังกล่าวข้างต้นมีความซับซ้อนมาก (ในทางคณิตศาสตร์เรากล่าวว่าสมการเหล่านี้เป็น non-linear partial differential equation) และไม่สามารถแก้สมการเหล่านี้เพื่อหาคำตอบที่แท้จริง (exact solution) ที่จะบอกให้เราทราบถึงสภาวะในอนาคตของบรรยากาศได้ จึงจำเป็นต้องใช้วิธีการจำลองแบบเชิงตัวเลข (numerical model) เพื่อที่จะหาคำตอบโดยประมาณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การแทนค่าองค์ประกอบหรือตัวแปรต่าง ๆ ของบรรยากาศด้วยค่าตัวเลขโดยประมาณนี้เรียกว่าการกำหนดความไม่ต่อเนื่อง (discretization) ซึ่งก็คือการพยายามแทนปรากฏการณ์ที่มีความต่อเนื่อง ด้วยชุดของจำนวนเลขที่มีจำนวนจำกัด (ไม่ต่อเนื่อง) ยิ่งใช้ชุดของจำนวนเลขน้อยตัวเพียงใดก็จะยิ่งทำให้การกำหนดความไม่ต่อเนื่องที่ได้หยาบขึ้นเพียงนั้น ซึ่งจะเป็นผลให้การพยากรณ์อากาศมีรายละเอียดและความถูกต้องลดลง แต่หากกำหนดความไม่ต่อเนื่องให้ละเอียดขึ้นก็จะมีจำนวนของตัวเลขมากขึ้น ซึ่งจะทำให้คอมพิวเตอร์ต้องใช้เวลาในการคำนวณนานขึ้น แต่ก็จะให้ผลการพยากรณ์มีรายละเอียดและความถูกต้องเพิ่มขึ้นเช่นกัน แบบจำลองเชิงตัวเลขสำหรับการพยากรณ์อากาศที่มีการใช้งานอยู่เป็นจำนวนมากทั่วโลกนั้น ต่างก็มีพื้นฐานอยู่บนระบบสมการหลักชุดเดียวกัน ซึ่งระบบสมการนี้ประกอบด้วยสมการต่าง ๆ คือ สมการ ของการเคลื่อนที่ (equation of motion) สมการอุทกสถิต (hydrostatic equation) สมการอุณหพล (thermodynamic equation) สมการความต่อเนื่อง (continuity equation) สมการของสถานะ (equation of state ) และสมการไอน้ำ (water vapor equation) ระยะเวลาสั้น ๆ แทนที่จะเป็นการคาดหมายสภาวะที่ปกคลุมโลกทั้งหมด หรือการคาดหมายในระยะเวลานาน ๆ จึงมีการสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์อากาศเฉพาะพื้นที่ (limited area model - LAM) ขึ้นมาเพื่อวัตถุประสงค์นี้ แบบจำลองเหล่านี้สามารถให้การพยากรณ์เฉพาะพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง โดยมีรายละเอียดสูง สำหรับช่วงเวลาที่ไม่เกิน 2-3 วัน ถ้านานกว่านั้น แบบจำลองเหล่านี้จะให้ผลการพยากรณ์ที่ไม่ค่อยถูกต้องนัก ทั้งนี้เพราะสิ่งที่เกิดขึ้นนอกบริเวณที่กำหนดไว้สำหรับการพยากรณ์ จะมีอิทธิพลต่อลมฟ้าอากาศในบริเวณดังกล่าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดังนั้นการพยากรณ์อากาศโดยใช้เฉพาะข้อมูลในบริเวณที่กำหนด โดยไม่ได้คำนึงถึงอิทธิพลของบรรยากาศภายนอก จึงมีความถูกต้องลดลงอย่างรวดเร็วสำหรับการพยากรณ์อากาศที่นานเกินกว่า 2-3 วันนั้น ต้องคำนึงถึงความจริงว่า สภาวะในอนาคตของบรรยากาศ ณ ที่ใดที่หนึ่งจะได้รับอิทธิพลจากลมฟ้าอากาศจากบริเวณที่อยู่ไกลออกไปมาก ๆ ด้วย การพยากรณ์อากาศบางอย่าง เช่น การพยากรณ์อากาศตามเส้นทางเดินเรือและเส้นทางการบิน การพยากรณ์การแพร่กระจายของมลภาวะ ไม่ใช่เป็นการพยากรณ์ ณ จุดใดจุดหนึ่งบนพื้นโลก แต่เป็นการพยากรณ์ที่ครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง ดังนั้นจะต้องคำนึงถึงสภาวะของบรรยากาศทั่วโลก โดยรวมไว้ในแบบจำลองเชิงตัวเลขเพื่อการพยากรณ์อากาศด้วย นั่นคือแบบจำลองเพื่อการ พยากรณ์อากาศระยะปานกลางต้องครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลก ( global model) และต้องพิจารณาบรรยากาศตั้งแต่พื้นโลกขึ้นไปจนถึงความสูงประมาณ 30 กิโลเมตร รวมทั้งต้องคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระดับต่ำกว่าผิวพื้นโลกทั้งในส่วนที่เป็นแผ่นดินและมหาสมุทรด้วยปัจจัยสำคัญบางประการที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ เป็นปรากฏการณ์ที่มีขนาดเล็กมาก เช่น การที่รังสีจากดวงอาทิตย์ทำให้อุณหภูมิพื้นดินเพิ่มขึ้นในขนาดของโมเลกุลการปั่นป่วนของอากาศใกล้พื้นดินและในระดับล่างของบรรยากาศอาจเกิดขึ้นในขนาดไม่กี่เซนติเมตรกระบวนการก่อตัวของเมฆ การเกิดฝนภายในก้อนเมฆ ปรากฏการณ์ขนาดเล็กเหล่านี้ไม่อาจรวมไว้ในแบบจำลองเชิงตัวเลขได้อย่างถูกต้องด้วยวิธีการกำหนดความไม่ต่อเนื่อง (discretization) เพราะจะทำให้มีตัวเลขเป็นจำนวนมากมายมหาศาลเกินกว่าที่คอมพิวเตอร์ใด ๆ ในโลกปัจจุบัน จะทำการคำนวณได้รวดเร็วทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจริงในบรรยากาศ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องแทนปรากกฏการณ์เหล่านี้โดยพิจารณาถึงอิทธิพลหรือความสัมพันธ์ของมันที่มีต่อตัวแปรอื่นๆ ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าและได้กำหนดไว้แล้วในแบบจำลองแล้ววิธีนี้เรียกว่า การกำหนดตัวแปรเสริม (parameterization) วิธีการกำหนดตัวแปรเสริมนี้ยังคงต้องมีการพัฒนาอีกมาก เพื่อที่จะทำให้การพยากรณ์อากาศด้วยคอมพิวเตอร์ มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นในการที่จะทำการพยากรณ์อากาศด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขได้นั้น จำเป็นต้องทราบสภาวะอากาศปัจจุบันหรือสภาวะเริ่มแรก (initial condition) ของบรรยากาศ ณ แต่ละจุดพิกัดที่กำหนดไว้ในแบบจำลอง ให้ครบถ้วนก่อน สภาวะเริ่มแรกนี้ได้มาจากการตรวจอากาศผิวพื้นการตรวจอากาศชั้นบน ข้อมูลจากดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา เรดาร์ เรือเดินทะเล เครื่องบิน ทุ่นลอยในทะเล ฯลฯ รวมทั้งการประมาณค่าโดยคอมพิวเตอร์เองด้วยเช่นกัน ข้อมูลเหล่านี้จะถูกตรวจสอบความถูกต้องหลายขั้นตอนและด้วยวิธีการต่าง ๆ มากมาย หลังจากนั้นจะได้รับการจัดเตรียมให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช่ในแบบจำลองเชิงตัวเลข การเตรียมข้อมูลสภาวะเริ่มแรกนั้นเป็นภารกิจที่ละเอียดอ่อนและใช้เวลา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คอมพิวเตอร์อาจใช้เวลาเพื่อการนี้มากพอกับเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์อากาศเลยทีเดียว เมื่อจัดเตรียมข้อมูลสภาวะเริ่มแรกเรียบร้อยแล้ว คอมพิวเตอร์จะทำการคาดหมายสภาวะอากาศ ณ แต่ละจุดพิกัดที่กำหนดไว้ในแบบจำลอง โดยจะพยากรณ์ไปในอนาคตเพียงช่วงเวลาสั้น ๆ ไม่กี่นาที แล้วใช้ผลการพยากรณ์นี้เป็นค่าเริ่มต้นสำหรับการพยากรณ์ในครั้งต่อไป ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนสิ้นสุดระยะเวลาที่ต้องการพยากรณ์ เช่น ถ้าต้องการพยากรณ์อากาศเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และทำการพยากรณ์ครั้งละ 10 นาที คอมพิวเตอร์จะต้องทำการพยากรณ์เป็นจำนวน 24 ชั่วโมง หารด้วย 10 นาที นั่นคือ 144 ครั้ง ที่ต้องทำการพยากรณ์เพียงช่วงเวลาสั้น ๆ ในแต่ละครั้ง ก็เพื่อให้ผลการพยากรณ์มีความถูกต้องมากที่สุด เพราะหากคำนวณการเปลี่ยนแปลงโดยใช้ช่วงเวลาที่นานมากขึ้น แม้ว่าคอมพิวเตอร์จะใช้เวลาในการคำนวณน้อยลงเนื่องจากจำนวนครั้งที่ต้องพยากรณ์ลดลง แต่ความผิดพลาดในการพยากรณ์ก็จะเพิ่มมากขึ้นจนทำให้ผลการพยากรณ์ดังกล่าวคลาดเคลื่อนมากเกินกว่าที่จะใช้ประโยชน์ได้เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยคอมพิวเตอร์จะเป็นตัวเลขจำนวนมากมาย เกินกว่าที่จะเข้าใจได้โดยง่าย จึงจำเป็นต้องนำผลลัพธ์ที่ได้นี้ไปประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ต่อไปอีก เพื่อให้ได้ผลผลิตขั้นสุดท้าย ในลักษณะที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยง่าย ได้แก่ แผนที่และแผนภูมิอุตุนิยมวิทยาชนิดต่าง ๆ ซึ่งนักอุตุนิยมวิทยา จะใช้เพื่อประกอบการพิจารณาในการคาดหมายลมฟ้าอากาศ เพื่อให้ได้การพยากรณ์อากาศในขั้นสุดท้ายซึ่งก็คือคำพยากรณ์อากาศนั่นเอง เนื่องจากการพยากรณ์อากาศเป็นงานที่มีลักษณะพิเศษอย่างหนึ่ง คือ บ่อยครั้งที่ผู้พยากรณ์อากาศต้องทำการตัดสินใจ โดยมีข้อมูลไม่เพียงพอ ซึ่งอาจเนื่องมาจากผลการตรวจอากาศมาถึงล่าช้าหรือไม่มีการตรวจอากาศในบริเวณที่จะต้องพยากรณ์ และโดยที่ในขณะนี้การพยากรณ์อากาศด้วยคอมพิวเตอร์ ยังคงจำกัดอยู่เพียงในลักษณะของการแก้สมการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการ เปลี่ยนแปลงของบรรยากาศเท่านั้น แต่ยังไม่สามารถเลียนแบบการใช้เหตุผลในการอนุมาน เช่นเดียวกับที่นักพยากรณ์อากาศใช้อยู่อย่างได้ผลในกรณีที่มีข้อมูลไม่เพียงพอ จึงได้มีการพัฒนาเพื่อใช้คอมพิวเตอร์ในการพยากรณ์อากาศโดยการใช้ปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence) ซึ่งจะช่วยให้การพยากรณ์อากาศด้วยคอมพิวเตอร์ในอนาคตมีประสิทธิภาพสูงขึ้นอีกระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตามคอมพิวเตอร์และมนุษย์จะยังคงมีบทบาทร่วมกันในการพยากรณ์อากาศต่อไปอีกนาน

(กรมอุตุนิยมวิทยา, [ระบบออนไลน์])

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**2.3 การพยากรณ์โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์**

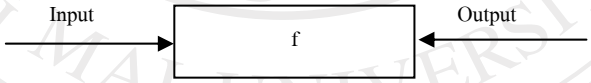
**2.3.1 แนวคิดเบื้องต้น**

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์มีขีดความสามารถและประโยชน์ในการใช้งานสูง มีหน่วยประมวลผลที่มีความรวดเร็ว และแม่นยำในการคำนวณเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งสมองของมนุษย์ไม่อาจเทียบได้ แต่คอมพิวเตอร์ก็ยังมีส่วนด้อยกว่าสมองของมนุษย์อยู่มากในหลายๆ ด้านเช่น การตีความหมายของรูปภาพ การจดจำใบหน้าคน การจดจำตัวอักษร การแยกแยะลักษณะที่แตกต่างของสิ่งที่มีคุณลักษณะใกล้เคียงกัน และความสามารถในการเรียนรู้ เป็นต้น

จึงได้มีการศึกษาค้นคว้าเพื่อที่จะออกแบบสร้าง และพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ให้มีความสามารถในการทำงานใกล้เคียงกับสมองของมนุษย์ โดยการศึกษาและเลียนแบบลักษณะหลักการทำงานของเซลล์สมองของมนุษย์ซึ่งมีความสามารถสำคัญที่คอมพิวเตอร์ไม่สามารถทำได้ก็คือความสามารถในการเรียนรู้จากประสบการณ์และกฎเกณฑ์ทั่วไปจากตัวอย่าง

เทคโนโลยีที่ได้รับการศึกษาและพัฒนาจากหลักการดังกล่าวเรียกว่า โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial neural networks) หรือ เรียกสั้นๆ ว่า ANNs แนวคิดการสร้างโครงข่ายประสาทเทียมที่สำคัญคือ การสร้างโครงข่าย (Network) ที่มีการทำงานใน 2 ลักษณะดังนี้

1) Training Mode
   - ฝึกสอน โครงข่ายด้วยตัวเอง
   - ปรับตัวเอง ให้เป็นฟังก์ชั่นตามลักษณะตัวอย่างของคู่ Input-Output

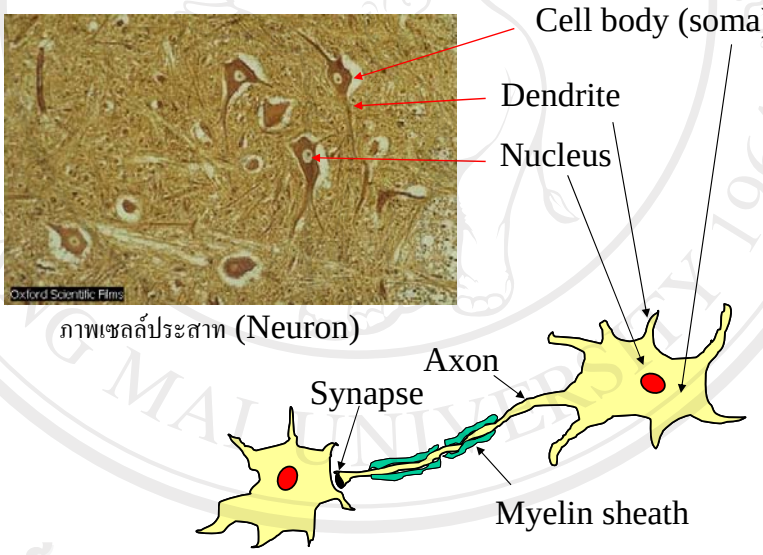



2) Application Mode
   - ทำงานตามฟังก์ชั่นที่ผ่านการฝึกสอนมาแล้ว

**2.3.2 ระบบควบคุมแบบข่ายสมอง (Neuron-Control Systems)**

เป็นระบบควบคุมที่พยายามจะเลียนแบบการตัดสินใจโดยวิธีการเรียนรู้ (Learning) และการใช้งานความรู้ (Knowledge) ของสมองมนุษย์ ดังตัวอย่างสำหรับเด็กแรกเกิดที่มีสมองแต่ยังไม่ได้เรียนรู้อะไรจึงยังไม่มีความรู้ ไม่สามารถจะตัดสินใจควบคุมการทำงานใดๆ ได้ แต่หลังจากที่เข้าขั้นเรียนชั้นประถมปีที่ 1 ครูก็สอนวิธีการคูณ หารเลขให้ ก็จะจะดจำไว้เป็นความรู้ และหลังจากนั้นก็สามารถนำเอาความรู้นั้นมาใช้งานในการคูณ หารเลขได้อย่างถูกต้อง และพอโตขึ้นก็ไปพบ

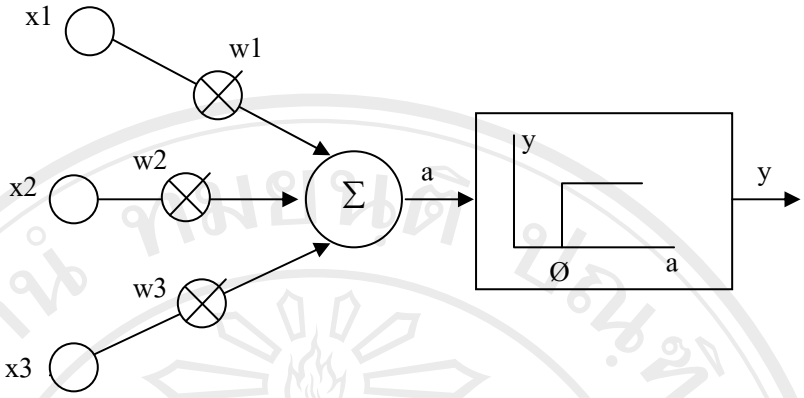
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




รูป 2.1 โครงสร้างของนิวรอน

ต่อมาจึงมีการคิดค้นสร้างนิวรอนเทียม (Artificial Neuron) โดยแบบแรกที่สุดเสนอโดย Mcculloch & Pitts ในปี ค.ศ. 1943 ดังโครงสร้างในรูป 2.2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




รูป 2.2 โครงสร้างของนิวรอนเทียมของ Mcculloch & Pitts

หลังจากนั้นจึงมีการคิดค้นนิวรอนเทียมแบบอื่นๆ และนำนิวรอนเทียมเหล่านี้มาต่อเชื่อมกันเป็นข่ายสมองเทียม แบบต่างๆ อีกมากมายเช่นแบบ Perceptron, Back propagation, Biltzmann Machine, ARTMAP, Radial Basis Function เป็นต้น ซึ่งสามารถเรียนรู้และจำความรู้ไว้ใช้ประกอบในการตัดสินใจและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ มากมาย

**2.3.3 โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียม (Architecture of Artificial Neural Networks)**

ดังที่ได้กล่าวไว้แล้วว่านิวรอนเทียมหรือเปอร์เซพตรอนเพียงตัวเดียวนั้นสามารถจะรู้จักการทำงานได้ไม่มาก เพื่อที่จะให้ได้ระบบที่เลียนแบบการทำงานของสมองได้ดียิ่งขึ้นจึงมีการนำเอานิวรอนหลายๆ ตัวมาต่อเชื่อมเข้าด้วยกันให้เป็นข่ายประสาทเทียม และหลังจากที่ได้สร้างเป็นข่ายประสาทเทียมแล้ว ก็สามารถป้อนข้อมูลเข้าไปทำการสอน (train) ให้ข่ายประสาทเทียมทำการเรียนรู้ (learn) และจัดเก็บความรู้ที่เรียนรู้นั้นไว้ในลักษณะของค่าน้ำหนัก ณ ตำแหน่งต่างๆ ในข่ายสมองเทียมเพื่อที่จะนำมาใช้ประกอบในการตัดสินใจอย่างมีความรู้ได้ในภายหลังและได้มีผู้เสนอวิธีการต่อเชื่อมแบบต่างๆ ทำให้เกิดข่ายประสาทเทียมแบบต่างๆ ขึ้นมาอย่างมากมาย ซึ่งพอจะแบ่งชนิดของข่ายประสาทเทียมออกตามลักษณะเฉพาะต่างๆ ได้ดังนี้

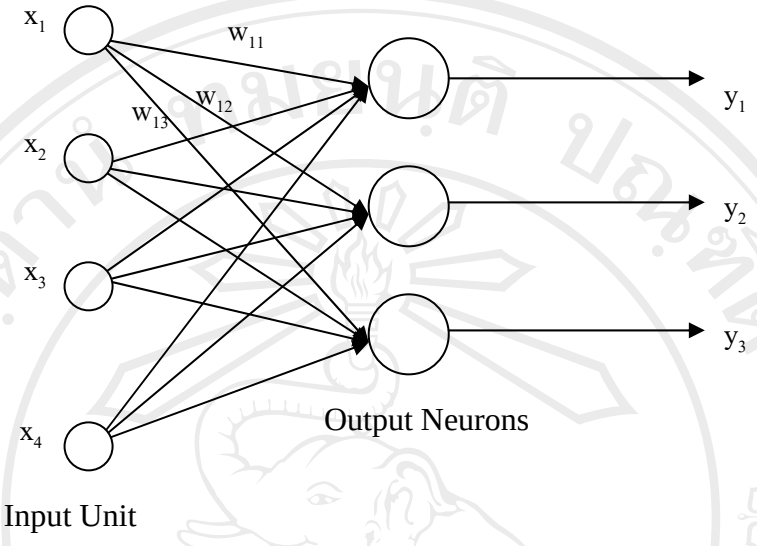
**ก. การแบ่งชนิดของข่ายประสาทเทียมตามลักษณะการต่อเชื่อม**

ถ้าแบ่งชนิดของข่ายประสาทเทียมออกตามลักษณะของการต่อเชื่อมก็จะได้เป็นชนิดต่างๆ ดังนี้

**ก1. ข่ายประสาทเทียมแบบต่อเป็นชั้น (Layered Neural Networks)** เป็นการนำนิวรอนมาวางเป็นชั้นๆ แล้วต่อเชื่อมกับนิวรอนของชั้นที่อยู่ติดกัน โดยนิวรอนในชั้นเดียวกันจะมีฟังก์ชั่นกระตุ้นเหมือนกันแต่จะไม่มีการต่อเชื่อมกัน ซึ่งยังแบ่งออกได้เป็นอีกสองชนิดคือ ข่ายประสาทเทียมชั้นเดียว (Single-Layer Networks) และข่ายประสาทเทียมหลายชั้น (Multi-Layer Networks)

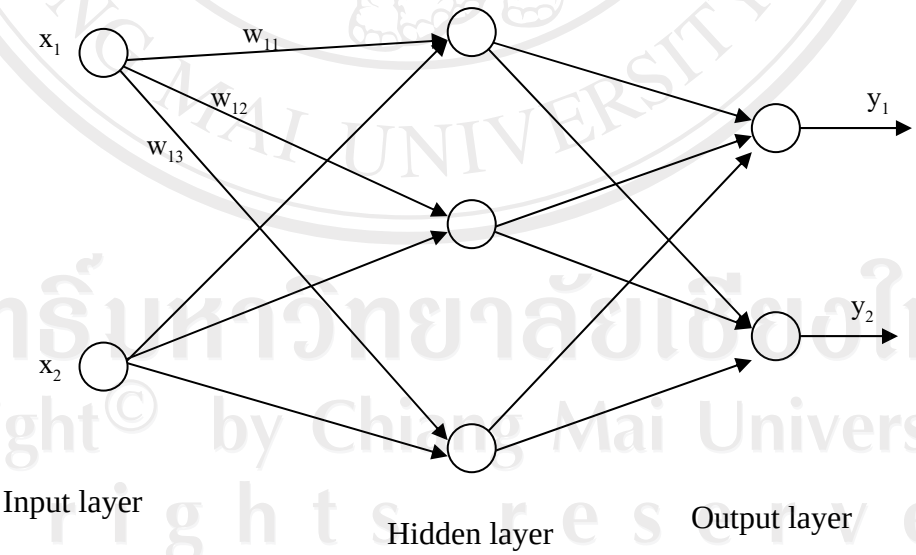
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข่ายประสาทเทียมชั้นเดียว ประกอบขึ้นด้วยนิวรอนเพียงชั้นเดียวดังตัวอย่างในรูป 2.3




รูป 2.3 ตัวอย่างข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว

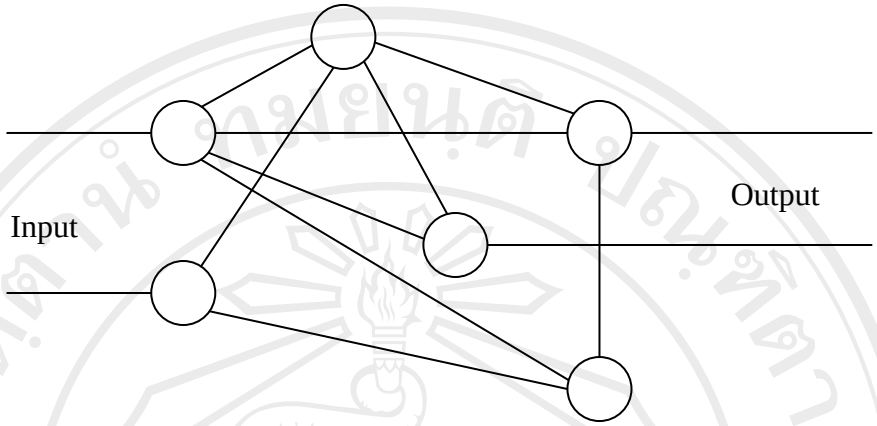
ข่ายประสาทเทียมหลายชั้น ประกอบขึ้นด้วยนิวรอนที่วางไว้มากกว่าหนึ่งชั้นขึ้นไปดังตัวอย่างในรูป 2.4




รูป 2.4 ตัวอย่างข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

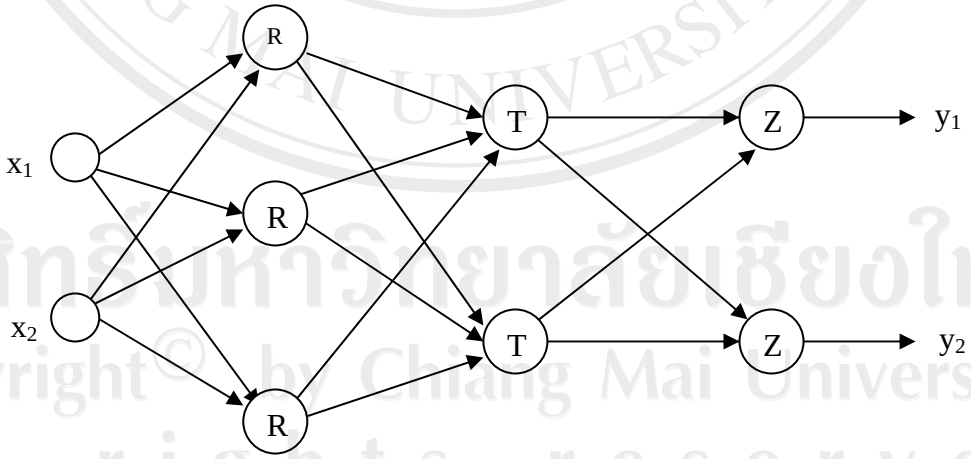
**ก2. ข่ายประสาทเทียมแบบต่อไม่เป็นชั้น** สร้างขึ้นด้วยการวางนิวรอนที่ต่อเชื่อมกันโดยไม่มีการแบ่งชั้นดังตัวอย่างในรูป 2.5




รูป 2.5 ตัวอย่างข่ายประสาทเทียมแบบไม่มีชั้น (Competitive neural Networks)

ซึ่งโดยทั่วไปจะนิยมต่อเป็นชั้นเนื่องจากสะดวกต่อการหาทฤษฎีประกอบการทำงานและการคำนวณประมวลผลต่างๆ

**ก3. ข่ายประสาทเทียมแบบเรเดียลเบซิสฟังก์ชั่น (Radial Basis Function Neural Networks)** สำหรับข่ายประสาทเทียมชนิดนี้มีการวางนิวรอนเป็นชั้นๆ เช่นกัน แต่ฟังก์ชั่นกระตุ้นของนิวรอนแต่ละตัวในชั้นเดียวกันไม่จำเป็นต้องเป็นฟังก์ชั่นเดียวกัน ดังตัวอย่างในรูป 2.6

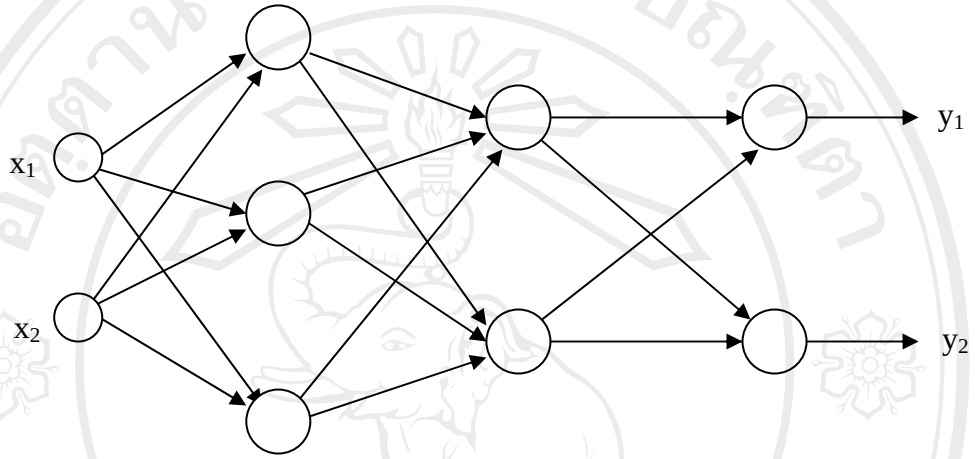



รูป 2.6 ข่ายประสาทเทียมแบบ Radial Basis Function Network

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

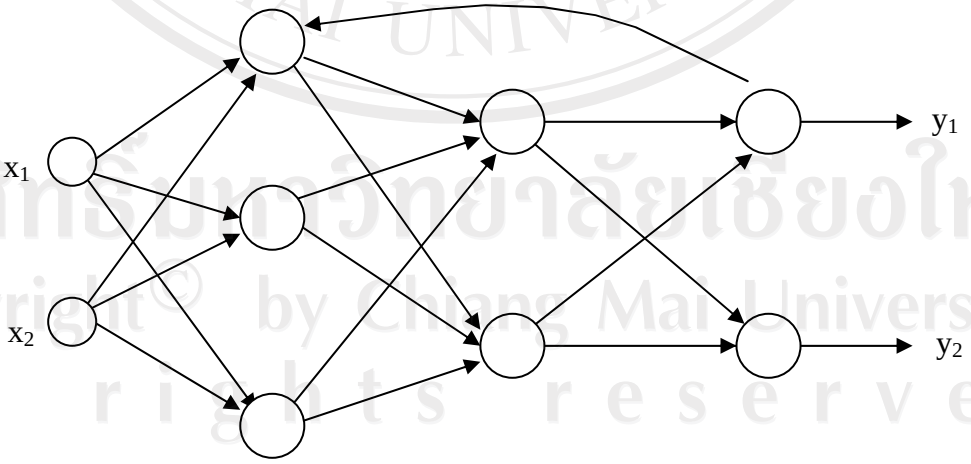
**ข. การแบ่งชนิดข่ายประสาทเทียมตามลักษณะการประมวลผล** สำหรับเฉพาะข่ายสมองแบบชั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น

**ข1. ข่ายประสาทเทียมแบบคำนวณไปข้างหน้า (Feed forward Neural Networks)** ในการคำนวณปรับค่าน้ำหนักจะทำการคำนวณส่งค่าเฉพาะจากนิวรอนในชั้นก่อนหน้าไปยังนิวรอนในชั้นที่อยู่ด้านหลังไปเท่านั้น จะไม่มีการส่งค่าย้อนกลับดังตัวอย่างในรูป 2.7




รูป 2.7 ข่ายประสาทเทียมแบบ Feed forward Neural Network

**ข2. ข่ายประสาทเทียมแบบย้อนกลับ (Recurrent Neural Networks)** มีการคำนวณส่งค่าน้ำหนักย้อนกลับจากชั้นข้างหลังมายังชั้นที่อยู่ด้านหน้าอยู่ด้วยดังตัวอย่างในรูป 2.8




รูป 2.8 ข่ายประสาทเทียมแบบ Recurrent Network

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**ค. การแบ่งชนิดข่ายประสาทเทียมตามวิธีการเรียนรู้** ในการเรียนรู้จากข้อมูลที่ป้อนเข้ามาให้แก่ข่ายประสาทเทียมนั้นภายในข่ายประสาทเทียมจะมีการคำนวณซ้ำๆ (iteration) เพื่อปรับค่าน้ำหนัก ณ จุดต่างๆ เพื่อให้ได้เอ้าท์พุทตามที่ต้องการ และมีผู้เสนอวิธีการเรียนรู้แบบต่างๆ เป็นจำนวนมากเช่นกันซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะบางแบบที่เป็นที่นิยมใช้กันบ่อยๆ เท่านั้นดังนี้

**ค1. การเรียนรู้แบบไม่มีผู้ฝึกสอน (Unsupervised Learning)** เป็นการเรียนรู้ของข่ายประสาทเทียม โดยข้อมูลที่ป้อนเข้ามาสอนมีแต่ข้อมูลทางด้านอินพุทอย่างเดียวเท่านั้น โดยไม่มีข้อมูลทางด้านเอ้าท์พุทป้อนมาด้วยแต่อย่างใด

**ค2. การเรียนรู้แบบมีผู้ฝึกสอน (Supervised Learning)** เป็นการเรียนรู้โดยมีการป้อนข้อมูลทั้งทางด้านอินพุทและด้านเอ้าท์พุทเข้ามาสอนข่ายประสาทเทียมให้ทำการปรับน้ำหนักภายในเพื่อเป็นการรู้จักข้อมูลนั้นๆ ไว้ใช้งานในต่อไป

**ค3. การเรียนรู้แบบแพร่กลับ (Back propagation Learning)** เป็นวิธีการเรียนรู้ที่ใช้ได้กับข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น คำนวณไปข้างหน้าและเป็นการเรียนรู้แบบมีผู้ฝึกสอนโดยมีขั้นตอนในการเรียนรู้อยู่สามขั้นตอนคือ

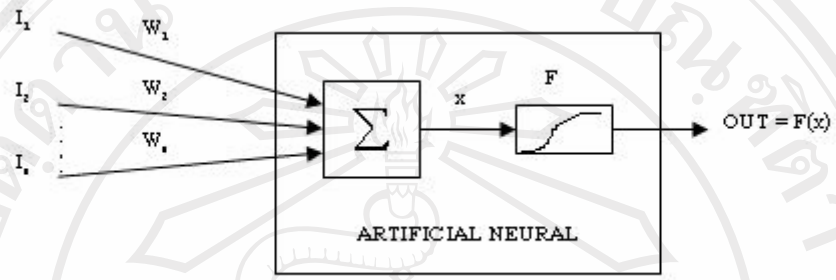
- Feed forward Training นำ Input Training Vector แต่ละชุดเข้ามาประมวลผลแบบคำนวณไปข้างหน้าจนถึงค่าเอาท์พุท
- Error Calculation นำค่าเอาท์พุทที่ได้ไปเปรียบเทียบกับ Output Training Vector ที่ป้อนเข้ามาสอนเพื่อหาค่าความผิดพลาด (Error Vector) ออกมา ถ้าค่าความผิดพลาดยังมากกว่าค่าที่กำหนดไว้ ก็ทำขั้นตอนที่สามต่อไปแต่ถ้าค่าของความผิดพลาดน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ จึงหยุดการ train เนื่องจากข่ายประสาทเทียมได้เรียนรู้ข้อมูลนั้นไว้แล้ว
- Error Back propagation นำค่าความผิดพลาดที่คำนวณได้จากในขั้นตอนที่สองนั้นมาใช้ในการคำนวณเพื่อปรับค่าน้ำหนักโดยเริ่มจากชั้นแรกมาจนถึงชั้นเอ้าท์พุทคำนวณหาค่าของ Output Vector ค่าใหม่ แล้วกลับไปทำตามขั้นตอนที่สองใหม่

Back propagation Learning with Momentum ในกรณีที่ต้องการเร่งให้การเรียนรู้ของข่ายประสาทเทียมสำเร็จภายในเวลาที่รวดเร็วยิ่งขึ้น สามารถกระทำได้ด้วยการนำเอาค่าของ current gradient และ previous gradient ของน้ำหนักมาคำนวณร่วมด้วยโดยจะต้องมีการเก็บค่าของ w(t) และ w(t-1) ไว้ใช้ในการคำนวณหา w(t+1) ด้วยตามสมการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**2.3.4 พื้นฐานของโครงข่ายประสาทเทียม**

โครงข่ายประสาทเทียมในทางคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยหน่วยหรือส่วนประมวลผล (Processing elements) เชื่อมโยงกันหลายๆ ตัว คล้ายกับเซลล์ประสาทในสมองมนุษย์ ซึ่งมีลักษณะเป็นสถาปัตยกรรมแบบขนาน (Parallel architecture) ดังแสดงในรูป 2.9




รูป 2.9 แผนผังแสดง Artificial Neural กับ Activation Function (F)

จากรูป 2.9 แสดงว่าใน Neural 1 ตัวจะมี Input หลายตัวที่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิด Output เพียงค่าเดียวซึ่งเกิดจากผลรวมของผลคูณระหว่าง Input และตัวเลขน้ำหนัก (Weight) โดยที่แต่ละ Input จะมีอิทธิพลต่อ Output ต่างกันซึ่งก็คือค่า Weight ($W_{1...n}$) นั่นเอง และจะได้ความสัมพันธ์ดังสมการที่ (1) และค่าผลรวมที่ได้จะถูกส่งผ่านให้กับ F ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นกระตุ้น (Activation function) ต่อไป

จากแผนผังในรูป 2.9 จะได้

$$x = \sum W_i I_i$$

$$= I_1W_1 + I_2W_2 + ... + I_nW_n \quad \text{..... (1)}$$

โดย

$I_1, I_2, ..., I_n$ เป็นกลุ่มของข้อมูล Input

$W_1, W_2, ..., W_n$ เป็นกลุ่มของตัวเลขน้ำหนัก

$x$ เป็นผลรวมสุทธิที่เกิดจากค่า Input ($I_i$) คูณกับตัวเลขน้ำหนัก ($W_i$)

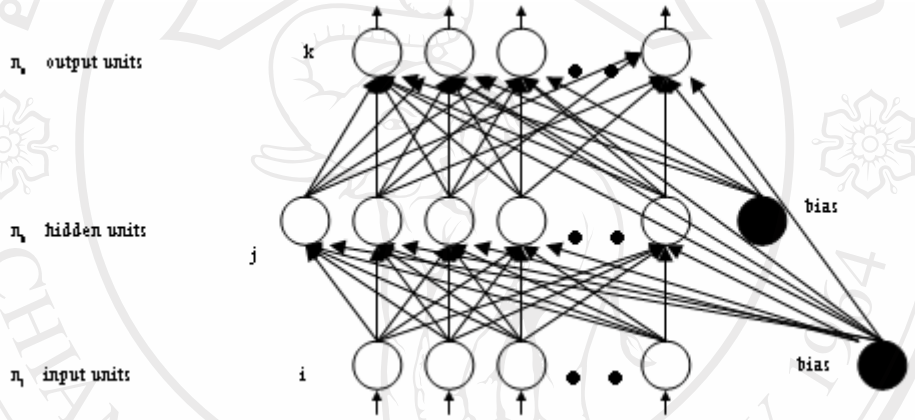
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในกระบวนการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม จะมีขบวนการเรียนรู้หลายรูปแบบหรือหลายทฤษฎี การเรียนรู้มีวัตถุประสงค์ในการปรับแก้ค่าถ่วงน้ำหนักให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ค่า Output ที่ใกล้เคียงกับเป้าหมายมากขึ้น จากหลักการดังกล่าวจึงสามารถนำโครงข่ายใยประสาทเทียมมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างมากมาย

**Back Propagation Neural Networks (BPNN)**

การหาค่าตัวเลขถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมเพื่อคูณกับข้อมูล Input ให้ได้ค่า Output ตามต้องการจะอาศัยหลักการและวิธีการของ Back propagation learning algorithm โดยใช้โครงข่ายใยประสาทเทียมที่ได้จากวิธีการดังกล่าวเรียกว่า Back propagation neural network (BPNN)

Back Propagation เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีลักษณะการทำงานเป็น Multilayer neural networks ใช้การเรียนรู้แบบ Supervised learning (Lippmann, R.P.,1987) โดยมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์สนับสนุนเป็นอย่างดี หลักการสำคัญของ Back propagation คือ การปรับและเปลี่ยนตัวเลขถ่วงน้ำหนัก จนกว่าค่าผิดพลาดของระบบจะมีค่าต่ำสุดที่สามารถยอมรับได้




รูป 2.10 แสดงโครงสร้าง Back Propagation Neural Network

จากรูป 2.10 เป็นแบบจำลองที่มี 3 ชั้น ซึ่งเรียกว่า Three layer feed forward network คือการคำนวณจะเริ่มจาก Input layer เข้าสู่ Hidden layer และส่งออกไปทางด้าน Output layer โดยค่า Input ของ Neural ลำดับที่ j ของ Hidden layer มีค่าเท่ากับผลรวมของค่า Input ของทุก Neural ใน Input layer คูณด้วย Weight $W_{ij}$ และบวกด้วยค่า Bias j ดังสมการที่ (2) คือ

$$\text{Input ของ j Neural ; } N_j = \sum_{i=1}^{n_i} I_i W_{ij} + \theta_j \quad \text{.....(2)}$$

โดยที่ $n_I$ = จำนวน Input Node

$W_{ij}$ = Weight ของ j Neural จาก i neural ; i = 1 ถึง $n_i$

$I_i$ = i Neural ของ Input Layer ; i = 1 ถึง $n_i$

$\theta_j$ = Bias ของInput Node j

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

**2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

Rumelhart, Hinton, and McClelland (1986) ได้เสนอแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทเทียมชนิด Multi-Layer ที่ใช้กระบวนการ Back Propagation สำหรับกระบวนการเรียนรู้ (Learning by training and testing) ให้แก่ โครงข่ายเพื่อหา Weight ที่เหมาะสมของการเชื่อมต่อระหว่าง Layer ที่อยู่ติดกัน โดยใช้หลักการของ Gradient Descent

French, Krajewski, and Cuy Kendall (1992) ได้พัฒนาแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อใช้ทำนายปริมาณฝนที่เปลี่ยนแปลงตามพื้นที่และระยะเวลา โดยแบบจำลองประกอบไปด้วย Input Layer, Hidden Layer และ Output Layer โดยใช้ Back Propagation ในกระบวนการเรียนรู้ โดยใช้ความเข้มของปริมาณฝนรายชั่วโมงเป็น Input Data ในการทำนายความเข้มปริมาณฝนล่วงหน้าทุก 1 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับแบบจำลอง Space-time mathematical rainfall simulation model และเปรียบเทียบกับปริมาณฝนเฉลี่ยจริงในพื้นที่ พบว่า ผลการทำนายปริมาณฝนที่ได้จากแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมอยู่ในเกณฑ์ที่ดี

วันชัย จันไกรผล (2544) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าระยะสั้นของสถานีไฟฟ้าย่อยโดยใช้เครือข่ายประสาทร่วมกับหลักวิธีถ่ายทอดพันธุกรรม ซึ่งได้ใช้ข้อมูลโหลดสูงสุด และโหลดต่ำสุดของวันก่อนที่จะพยากรณ์ อุณหภูมิต่ำสุด สูงสุดย้อนหลังสองวันก่อนวันที่จะพยากรณ์ ดัชนีฤดูกาล (ฤดูฝน ฤดูหนาว ฤดูร้อน) ดัชนีประเภทวัน (วันทำงาน วันหยุด วันหยุดพิเศษ) ดัชนีวัน (วันในสัปดาห์) เป็นข้อมูลสำหรับการสอนและทดสอบโครงข่าย งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าแบบใหม่ที่ใช้เครือข่ายประสาท (NN) ร่วมกับหลักวิธีถ่ายทอดพันธุกรรม (GA) แล้วนำไปเปรียบเทียบกับวิธีเครือข่ายประสาทแบบเดิม ซึ่งมักจะมีปัญหาที่ค่าน้ำหนักมีความเหมาะสมที่สุดเฉพาะที่ การใช้ GA หาค่าน้ำหนักและไบอัสเริ่มต้นให้แก่ NN ช่วยทำให้สามารถหาค่าน้ำหนักที่เหมาะสมได้ง่าย แบบจำลองที่ได้จากวิธีการนี้ (NNGA) ถูกนำไปทดสอบด้วยข้อมูลความต้องการไฟฟ้าจากสถานีไฟฟ้าเชียงใหม่ 4 การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งผลของการทดลองแสดงถึงความแม่นยำและความมีประสิทธิผลของวิธีการนี้ ในการที่จะนำไปใช้สนับสนุนการปฏิบัติงานของสถานไฟฟ้า ผลการทดลองพยากรณ์เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลความต้องการไฟฟ้าจริงในปี พ.ศ. 2543 มีค่าความผิดพลาดเฉลี่ย 7.31% ซึ่งต่ำกว่าการใช้ NN ประมาณ 0.77%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภูวดล สุขขา (2548) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การทำนายปริมาณน้ำรายวันไหลเข้าอ่างเก็บน้ำในลุ่มน้ำปิงตอนบน โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back Propagation ซึ่งเป็นที่นิยมกันอย่างกว้างขวาง ข้อมูลที่ใช้ในกรณีศึกษา ได้แก่ ข้อมูลรายวันของปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำสุทธิ จากการศึกษาพบว่า การทำนายโดยใช้ผลการคำนวณ 1 วันล่วงหน้าร่วมกับตัวแปรหนึ่งของข้อมูลนำเข้า ให้ผลการทำนายที่ดีกว่าการคำนวณล่วงหน้า 2 วันโดยตรง และประสิทธิภาพแบบจำลองในการทำนายล่วงหน้า 2 วัน ต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพแบบจำลองของการทำนาย 1 วันล่วงหน้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved